

В. А. Зими́на, Е. Р. Мага́рил,  
*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА И ИСЧЕРПАЕМОСТЬ ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ**

Nowadays providing energy for humanity is an urgent task. The depletion of the scarce hydrocarbon resources necessitates the use of new resource-saving technologies. The article discusses the scenarios of energy consumption and ways to solve the energy problem.

Высокие темпы сокращения запасов и нарастания дефицита ископаемых энергоресурсов, связанная с их использованием нагрузка на окружающую среду обуславливают актуальность исследования энергетической проблемы в контексте исчерпаемости природных энергоносителей.

Энергетическая проблема – прежде всего, проблема надежного обеспечения человечества топливом и сырьем. Ограниченность запасов ресурсов ставит человечество перед необходимостью жесткой экономии энергии, использования новых ресурсосберегающих технологий. Главная причина возникновения энергетической проблемы – интенсивное использование минерального топлива, начавшееся в двадцатом столетии. Со стороны предложения это вызвано открытием и эксплуатацией нефтегазовых месторождений на Аляске, в Западной Сибири, на шельфе Северного моря, а со стороны спроса – ростом автомобилестроения и увеличением объема производства полимерных материалов.

Существует два пути решения энергетической проблемы: экстенсивный и интенсивный [1].

**Экстенсивный путь** предполагает дальнейшее наращивание добычи традиционных энергоресурсов и абсолютный рост энергопотребления. Этот путь реализуется в современной мировой экономике. Следует отметить, что при нынешних условиях тонна сэкономленного в результате соответствующих мер энергоносителя обходится в несколько раз дешевле, чем тонна дополнительно добытого. Данное обстоятельство стало для многих стран мощным стимулом повышения эффективности использования энергоресурсов.

**Интенсивный** путь заключается в первую очередь в снижении энергозатрат на единицу произведенной продукции, последовательно проводимом развитыми странами, что позволило значительно смягчить последствия энергетического кризиса.

Темпы научно-технического прогресса и интенсификация производства находятся в прямой зависимости от обеспеченности энергией, зависящей от уровня развития топливно-энергетического комплекса. Объекты энергетической отрасли оказывают весьма существенное влияние на природную среду, являясь источником различных видов загрязнения воздуха, водных ресурсов, земной поверхности и недр, а также основным потребителем минерального топлива, определяющим уровень его добычи. Согласно основным принципам концепции устойчивого, экологически приемлемого развития, любое действие, снижающее потребление ресурсов, в том числе энергетических, оказывает благоприятное воздействие на состояние окружающей среды [2].

Топливные (энергетические) полезные ископаемые заключены, прежде всего, в угольных и нефтегазоносных бассейнах, которые имеют осадочное происхождение и обычно сопутствуют чехлу древних платформ и их внутренним краевым прогибам. Запасы энергоресурсов на Земле достаточно велики. Однако, возможности их использования определяются технологическими и экономическими возможностями, ограничивающими добычу глубоко залегающих запасов. Большие затраты связаны с разработкой, транспортировкой углеводородных ресурсов, охраной труда и окружающей среды.

Распределение запасов органических топлив на Земле очень неравномерно. Наибольшие запасы сосредоточены в развивающихся странах. На рисунке 1 представлено распределение запаса топлив по регионам мира.

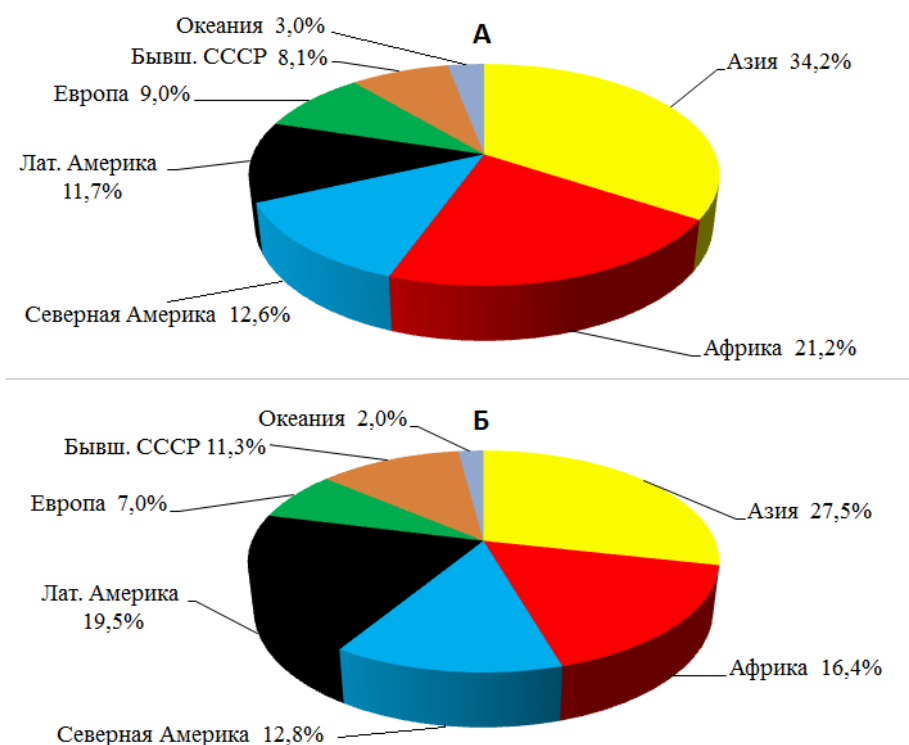


Рис. 1. Распределение разведанных запасов органического топлива по регионам мира

Данные таблицы характеризуют запасы органических топлив на планете.

Таблица

Разведанные запасы органических топлив в мире на конец 2018 года [3]

Топливо	Полный доказанный запас
Уголь	1054,8 млрд т
Нефть	244,1 млрд т
Газ	196,9 трл м <sup>3</sup>

Прогнозные запасы нефти и газа в мире оцениваются сроками, которые сопоставимы с периодом жизни одного-двух поколений людей. Ограниченность легкодоступных запасов энергоресурсов вызывает необходимость их наращивания и сохранения. В качестве подходов к ответу на этот вызов рассматриваются:

- разведка и освоение новых месторождений;
- всемерная экономия и рациональное использование топливных ресурсов и энергии;
- создание стратегических запасов ресурсов;
- использование возобновляемых источников энергии.

Согласно прогнозу *British Petroleum* в 2019 г., мировой спрос на энергоресурсы вырастет к 2040 г. на 20–35 % в различных сценариях [4].

**При эволюционном развитии** основными потребляемыми энергоносителями в 2040 г. по-прежнему остаются уголь, газ и нефть.

**При альтернативном развитии** на фоне резкого снижения потребления угля на первый план выходят возобновляемые источники энергии и газ.

Согласно результатам анализа, существует тесная связь между ростом благосостояния и потреблением энергии. По данным индекса человеческого развития ООН (*UN Human Development Index*), в настоящее время душевое потребление энергии для 80 % населения составляет менее 100 ГДж [5]. Этот показатель рассматривается как уровень благосостояния, который, может быть достигнут к 2040 г., при условии сокращения населения планеты на треть. В противном случае необходимо увеличить производство энергии на 65 % или 25 % по сравнению с эволюционным сценарием. Но в этом случае резко увеличиваются выбросы диоксида углерода, который является одним из парниковых газов, и вносит значительный вклад в проблему изменения климата на планете (рис. 2).

В альтернативном сценарии благодаря реализации политических мер по снижению выбросов углекислого газа на международном уровне, возможно сокращение уровня выбросов на 45 % по сравнению с текущим, что согласуется с целями Парижского соглашения [6]. Главная роль при этом отводится снижению выбросов в энергетическом секторе. ВР выделяет следующие меры, необходимые для снижения выбросов после 2040 г.:

- абсолютная декарбонизация энергетики при активном развитии ВИЭ;
- применение систем улавливания и захоронения углерода;
- использование природного газа.

Важная роль отводится электрификации конечных потребителей, в частности, транспорта. Ввиду невозможности электрификации определенных сфер, в них необходимо применение низкоуглеродных видов энергии, смещение акцента в пользу замкнутых производственных циклов, систем утилизации углекислого газа и накопления энергии [4].

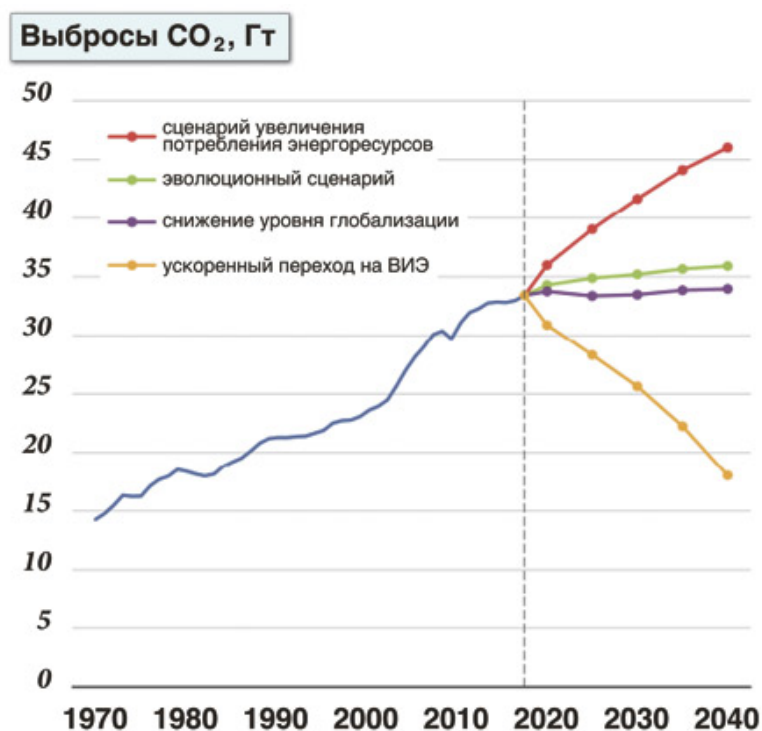


Рис. 2. Выбросы диоксида углерода при различных сценариях развития потребления энергоисточников на Земле [4]

Международное энергетическое агентство предлагает набор сценариев, которые исследуют различные возможные варианты будущего [7].

**Сценарий текущей политики** показывает, что произойдет, если в политику не будут внесены изменения. В этом сценарии спрос на энергию возрастает на 1,3 % каждый год до 2040, при этом растущий спрос не сдерживается усилиями по повышению эффективности. Такой рост привел бы к неуклонному росту выбросов, связанных с энергетикой и нагрузки практически на все аспекты энергетической безопасности.

**Сценарий государственной политики** учитывает сегодняшние политические меры и цели. В этом сценарии спрос на энергию увеличивается на 1 % в год до 2040 г. Источники, основанные на солнечной энергии, обеспечивают более половины этого роста, а на природный газ, стимулируемый ростом торговли сжиженным природным газом, приходится еще треть. Спрос на нефть в 2030-х гг. сглаживается, а доля использования угля снижается. Рост выбросов замедляется, но без пика в 2040 г. При этом мир значительно отстает от целей устойчивого развития.

**Сценарий устойчивого развития** намечает способ полного достижения целей в области устойчивого развития, требующий быстрых и масштабных изменений во всей энергетической системе. Этот сценарий предлагает путь, полностью совпадающий с целями Парижского соглашения и целями, связанными с всеобщим доступом к энергии и чистому воздуху. Резкое сокращение выбросов по всем направлениям к 2050 г. достигается благодаря использованию комбинированных топлив и технологий, обеспечивающих технически и экономически эффективные энергетические услуги.

В «Прогнозе развития энергетики мира и России 2019» рассматриваются три возможных сценария развития энергетики [8].

**При консервативном сценарии** сохраняется текущая энергетическая политика, а также скорость развития и трансфера технологий.

**При инновационном сценарии** происходит усиление уже принятых национальных приоритетов в продвижении ВИЭ, электротранспорта, энергоэффективности. Политику декарбонизации проводят только развитые страны и Китай. Ускорение развития и локализации технологий при сохранении ограниченного трансфера.

**При сценарии энергоперехода** энергетическая политика всех стран фокусируется на декарбонизации. Развитие технологий в нескольких мировых центрах происходит с нарастающим темпом, ввиду глобальной технологической конкуренции, обеспечивающий трансфер инноваций и доступность технологий для всех стран.

Основными отличиями приведенных сценариев являются энергетическая политика, и технологии, включая скорость трансфера.

Во всех сценариях становится заметно начало энергоперехода к ВИЭ, однако различается скорость его наступления. К 2040 г. вклад всех неископаемых источников энергии вырастет до 25–31 %.

В инновационном сценарии и сценарии энергоперехода мир проходит пик выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с антропогенной энергетикой до 2040 г. В Консервативном сценарии выбросы увеличиваются на протяжении всего

рассматриваемого периода – к 2040 г. они увеличатся на 10 % по сравнению с текущими значениями. В Инновационном сценарии после прохождения пика выбросы к 2040 г. возвращаются практически на текущий уровень, а в сценарии энергоперехода к 2040 г. сокращаются на 9 %.

Исчерпание запасов энергетического сырья и отрицательные побочные эффекты потребления традиционных энергоносителей – составляющие проблемы истощения природных ресурсов и деградации природной среды.

Рассмотрение различных прогнозов развития энергетики, продемонстрировало необходимость изменений в области энергетической политики и разработки новых технологий получения энергии, с переходом к возобновляемым источникам.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Энергетическая проблема [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/mirovaya-ekonomika/energeticheskaya-problema.html> (дата обращения 21.04.2020).

2. Eco-industrial development (EID) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.greeneconomics.net/EI-DevelopChap.pdf> (дата обращения 21.04.2020).

3. Statistical Review of World Energy – all data? 1965-2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/xlsx/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-all-data.xlsx>. (дата обращения 23.04.2020).

4. BP Energy Outlook 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-energy-outlook-2019.html>. (дата обращения 20.03.2020).

5. UN Human Development Index [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi> (дата обращения 21.04.2020).

6. Парижское соглашение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf) (дата обращения 21.04.2020).

7. World Energy Outlook 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019> (дата обращения 21.04.2020).

8. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.eriras.ru/files/forecast\\_2019\\_rus.pdf](https://www.eriras.ru/files/forecast_2019_rus.pdf) (дата обращения 21.04.2020).